

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-294188

(43) 公開日 平成10年(1998)11月4日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 5 B 41/24
41/18

識別記号

3 1 0

F I

H 0 5 B 41/24
41/18

D

3 1 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平9-102212

(22) 出願日

平成9年(1997)4月18日

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 野呂 浩史

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

(72) 発明者 水川 宏光

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

(72) 発明者 奥出 章雄

大阪府門真市大字門真1048番地 松下電工株式会社内

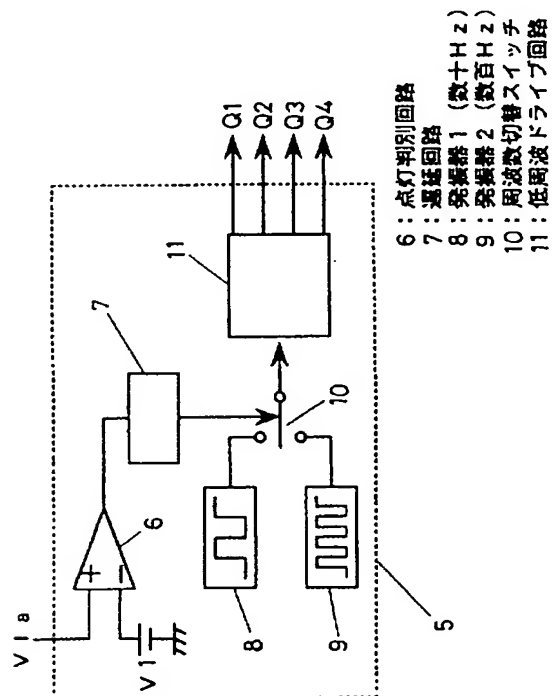
(74) 代理人 弁理士 倉田 政彦

(54) 【発明の名称】 放電灯点灯装置

(57) 【要約】

【課題】制御回路を複雑化せずに放電灯点灯装置の始動性能を改善する。

【解決手段】直流電源から放電灯に矩形波交流電力を供給するインバータ回路部と、始動時に高圧パルスを放電灯に印加して放電灯を始動させる高圧パルス発生手段とを具備し、無負荷時の矩形波周波数が点灯時の矩形波周波数に比べて低くなるような矩形波交流電力にて放電灯を点灯させるようにした放電灯点灯装置において、放電灯の放電開始が検出された直後の一定時間は矩形波周波数を無負荷時の周波数のままで制御するようにした。無負荷時及び放電開始直後の供給電力は直流電力であっても良い。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 直流電源と、

この直流電源の直流電圧を受けて矩形波交流電圧を出力するスイッチング素子を含んで成るインバータ回路部と、

この矩形波交流電圧の出力を受けて点灯する放電灯と、この放電灯の放電開始後の不安定な放電期間に放電灯が安定点灯するに十分なエネルギーを供給できるように前記スイッチング素子が制御される制御手段とを備えて構成される放電灯点灯装置において、前記制御手段のスイッチング素子を所定期間制御する制御量が無負荷状態の場合の制御量とほぼ同一としたことを特徴とする放電灯点灯装置。

【請求項2】 直流電源から放電灯に矩形波交流電力を供給するインバータ回路部を具備し、無負荷時の矩形波周波数が点灯時の矩形波周波数に比べて低くなるような矩形波交流電力にて放電灯を点灯させるようにした放電灯点灯装置において、放電灯の放電開始が検出された直後の一定時間は矩形波周波数を無負荷時の周波数のままで制御するようにしたことを特徴とする放電灯点灯装置。

【請求項3】 直流電源から放電灯に矩形波交流電力を供給するインバータ回路部を具備し、直流電源から放電灯に無負荷時は直流電力を供給し、点灯時は矩形波交流電力にて放電灯を点灯させるようにした放電灯点灯装置において、放電灯の放電開始が検出された直後の一定時間は直流状態のままで電力供給を行うように制御することを特徴とする放電灯点灯装置。

【請求項4】 始動時に高圧パルスを放電灯に印加して放電灯を始動させる高圧パルス発生手段を備えることを特徴とする請求項1又は2又は3に記載の放電灯点灯装置。

【請求項5】 インバータ回路部は、直流電源を電圧変換する降圧チョッパ回路部と、電圧変換された直流電圧を矩形波交流電力に変換するフルブリッジ構成の極性反転回路部とから構成されることを特徴とする請求項1又は2又は3に記載の放電灯点灯装置。

【請求項6】 インバータ回路部は、直流電源を矩形波交流電力に変換するフルブリッジ回路で構成されていることを特徴とする請求項1又は2又は3に記載の放電灯点灯装置。

【請求項7】 インバータ回路部は、直流電源を矩形波交流電力に変換するハーフブリッジ回路で構成されていることを特徴とする請求項1又は2又は3に記載の放電灯点灯装置。

【請求項8】 放電灯は高圧放電灯であることを特徴とする請求項1乃至7のいずれかに記載の放電灯点灯装置。

【請求項9】 高圧放電灯はメタルハライドランプであることを特徴とする請求項8記載の放電灯点灯装置。

【請求項10】 高圧放電灯はANSI規格のM98(70W)又はM130(35W)であることを特徴とする請求項8記載の放電灯点灯装置。

【請求項11】 高圧放電灯の発光管はセラミック発光管であることを特徴とする請求項10記載の放電灯点灯装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高圧ナトリウムランプ、メタルハライドランプ、高圧水銀ランプ等のHIDランプを矩形波交流電力で点灯させるための放電灯点灯装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】HIDランプ等を点灯させる点灯装置としては、従来、銅鉄型の安定器が主流であった。しかし、近年、安定器の軽量化・小型化・高機能化を目的として、多くの電子部品を用いた電子バラストなるものが主流となりつつある。この電子バラストについて、以下簡単に説明する。

【0003】図14に電子バラストのブロック図を示す。交流電源1に整流回路を含む直流電源回路部2が接続されており、この出力端にランプ4への供給電力を調整・制御できるインバータ回路部3が接続されており、その出力端にランプ4が接続されている。

【0004】次に電子バラストの具体的な回路の一例を図15に示す。直流電源回路部2は整流回路DBとコンデンサC0からなり、交流電源1の交流電圧を直流電圧に整流・平滑する機能を有する。インバータ回路部3は、降圧チョッパ回路部20と極性反転回路部21、イグナイタ回路部22及び制御回路5とからなっている。降圧チョッパ回路部20は、スイッチング素子Q5とダイオードD5とインダクタL1とコンデンサC1とからなり、スイッチング素子Q5が高周波でオン・オフすることにより、入力電圧を降圧した電圧をコンデンサC1に発生させるものである。スイッチング素子Q5がオンすると、直流電源回路部2からスイッチング素子Q5、インダクタL1を介してコンデンサC1に電流が流れて、スイッチング素子Q5がオフすると、インダクタL1の蓄積エネルギーによる電流がコンデンサC1、ダイオードD5を介して流れる。次に、極性反転回路部21はスイッチング素子Q1～Q4からなり、フルブリッジ回路を構成している。この極性反転回路部21は、各スイッチング素子Q1～Q4が制御回路5により図16に示すような動作を行い、無負荷時の周波数が点灯時の周波数より低い矩形波電圧をランプ4に供給している。次に、イグナイタ回路部22はバラストランスPTとコンデンサC2とスイッチング素子Q6（例えばサイダックのような電圧応答素子）と抵抗R1とからなっている。このイグナイタ回路部22の動作について図17を用いて簡単に説明する。前記極性反転回路部21より生成さ

れた矩形波電圧 V_{a-b} を受け、抵抗 R_1 とコンデンサ C_2 の時定数により、コンデンサ C_2 は徐々に充電されて行く。コンデンサ C_2 の電圧 V_{c2} がスイッチング素子 Q_6 のブレイクオーバー電圧 V_{bo} に達すると、スイッチング素子 Q_6 はONし、コンデンサ C_2 に蓄積された電荷をコンデンサ C_2 、スイッチング素子 Q_6 、パルストランスPTの一次巻線を介して放電させる。このとき、パルストランスPTの一次巻線に発生したパルス電圧が昇圧され、パルストランスPTの二次巻線に高圧パルス電圧(数kV)が発生し、ランプ電圧 V_{la} に重畳される。そして、この高圧パルス電圧によりランプ4が放電を開始し、点灯状態に移行する。

【0005】また、制御回路5はランプ4のランプ電圧 V_{la} (ランプ電流又はランプ電力でもよい)を検出し、その検出値に応じてスイッチング素子 Q_5 のON/OFF制御を行い、ランプ4に供給する電力を調整している。このスイッチング素子 Q_5 のON/OFFに着目してみると、普通、ランプ点灯時は前述のようにランプ電圧 V_{la} (ランプ電流又はランプ電力でもよい)に応じて電力制御しているが、無負荷時は予め設定した一定の電力制御を行っている。今、例えばスイッチング素子 Q_5 が一定周波数のPWM制御にて制御されているとすると、このスイッチング素子 Q_5 のON幅(ONデューティ:スイッチングの1周期に占めるオン期間の割合)は図18のようになっている。つまり、無負荷時は一定のON幅: T_1 (ON Duty: d_1) で制御されており、ランプ4が点灯するとランプ4の状態に応じたON幅(ON Duty: d) で制御されているわけである。なお、ここで定格ランプ電圧近傍でON幅がほぼ一定となっているのは、ランプ電圧のばらつきに対してランプ電力をほぼ一定にしようとするためである。また、無負荷時であるか否かはランプ電圧等で判別し、この場合、通常点灯時のランプ電圧より高いところにスレショルドレベル V_1 を設定し、ランプ電圧 $V_{la} > V_1$ では無負荷状態と判別し、ON幅を T_1 で一定となるようにしている。

【0006】上述のような放電灯点灯装置においては、ランプ始動直後に点灯状態を検出すると、低周波の矩形波の周波数が急激に高周波(数十Hz→数百Hz)となり、また、スイッチング素子 Q_5 のON幅も急激に小さくなってしまふ($T_1 \rightarrow T_0$)ため、始動直後の放電が不安定な状態にあっては、放電が維持され難く、定常点灯にスムーズに移行できず、始動性能が悪くなってしまうという問題があった。

【0007】そこで、このような問題点を解消するために、特開昭63-150895号が提案されている。この発明は、ランプの放電開始が検出された直後の極性反転周期を定常点灯時の一定周期よりも十分長くするようにしたものである(図19参照)。しかし、この方法では、ランプの放電開始を検出した後、極性反転回路部2

1の片側の一对のスイッチング素子 Q_1 と Q_4 (Q_2 と Q_3 でもよい)をある一定時間ONのままにしなければならず、その為の特別な制御回路を追加する必要があるため、制御回路が複雑化してしまうという問題があった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述の点に鑑みて為されたものであり、その目的とするところは、制御回路を複雑化せず、始動性能を改善できる放電灯点灯装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の放電灯点灯装置にあっては、上記の課題を解決するために、図1及び図15に示すように、直流電源回路部2から放電灯4に矩形波交流電力を供給するインバータ回路部3と、始動時に高圧パルスを放電灯4に印加して放電灯4を始動させる高圧パルス発生手段22とを具備し、無負荷時の矩形波周波数が点灯時の矩形波周波数に比べて低くなるような矩形波交流電力にて放電灯4を点灯させるようにした放電灯点灯装置において、放電灯4の放電開始が検出された直後の一定時間は矩形波周波数を無負荷時の周波数のままで制御するようにしたことを特徴とするものである。

【0010】

【発明の実施の形態】

(実施例1) 図1に第1実施例の要部構成を示す。点灯装置の主回路の構成は図15と同じである。本実施例は点灯判別回路6によりランプ4の放電開始が検出されても、遅延回路7により約数秒間は信号を遅延させ、矩形波周波数をランプ点灯直後の数秒間は無負荷時の周波数のまま維持するようにしたものであり、請求項2に対応する実施例である。以下、本実施例の詳細について述べる。

【0011】図1は制御回路5の内部の一部(極性反転回路部の制御部分)を示したものである。点灯判別回路6はランプ電圧 V_{la} と予め設定された点灯判別電圧 V_1 とを比較し、 $V_{la} > V_1$ (無負荷状態)の時に“Low”レベル、 $V_{la} \leq V_1$ (点灯状態)の時に“High”レベルの信号を出力するものである。遅延回路7は、点灯判別回路6からの信号が“Low”レベルから“High”レベルに変わったときに約数秒間信号を遅延させて出力するものである。発振器8、9はそれぞれ無負荷時の矩形波の周波数(数十Hz)、点灯時の矩形波の周波数(数百Hz)の信号を発振するものである。周波数切替スイッチ10は遅延回路7の信号により、“Low”レベル(無負荷状態)の時は発振器8と接続し、“High”レベル(点灯状態)の時は発振器9と接続されるようになっている。低周波ドライブ回路11は発振器8、9の信号を分周し、極性反転回路部2内のスイッチング素子 $Q_1 \sim Q_4$ を図16のようにON/OFF

OFFさせる信号を生成するものである。以上の回路により、放電状態が不安定な点灯開始直後の数秒間は矩形波の周波数を無負荷時の数十Hzに維持することにより、ランプの立ち消えを防止し、始動性能を改善することができる。図2に本実施例における点灯開始直後のランプ電圧波形の経過を示す。

【0012】(実施例2)図3に第2実施例の要部構成を示す。点灯装置の主回路の構成は図15と同じである。本実施例は無負荷時には極性反転を行わず、直流電力をランプ4に供給する請求項3に対応する実施例である。つまり、本実施例は点灯判別回路6によりランプの放電開始が検出されても、遅延回路7により約数秒間は検出信号を遅延させ、ランプ点灯直後の数秒間は無負荷時の直流電力のまま維持するようにしたものである。以下、本実施例の詳細について述べる。

【0013】図3は制御回路5の内部の一部(極性反転回路部の制御部分)を示したものである。12は直流出力部であり、それ以外は図1と同じである。以上の回路により、放電状態が不安定な点灯開始直後の数秒間はランプに印加する電力を無負荷時の直流状態に維持することにより、ランプの立ち消えを防止し、始動性能を改善することができる。図4に本実施例における点灯開始直後のランプ電圧波形の経過を示す。

【0014】(実施例3)図5に第3実施例の要部構成を示す。点灯装置の主回路の構成は図15と同じである。本実施例は点灯判別回路6によりランプの放電開始が検出されても、遅延回路7により約数秒間は検出信号を遅延させ、スイッチング素子Q5のON幅をランプ点灯直後の数秒間は無負荷時のON幅のまま維持するようにしたものであり、請求項1に対応する実施例である。以下、本実施例の詳細について述べる。

【0015】図5は制御回路5の内部の一部(降圧チョップ回路部20の高周波スイッチング素子Q5の制御部分)を示したものである。ON幅設定回路13、14はそれぞれ無負荷時の一定ON幅の信号と、点灯時のランプ電圧に応じたON幅の信号を出力するものである(図18参照)。ON幅切替スイッチ15は遅延回路7の出力信号により、“Low”レベルの時はON幅設定回路13と接続し、“High”レベルの時はON幅設定回路14と接続されるようになっている。高周波ドライブ回路16はON幅設定回路13、14の信号を受け、内部に持つ数十kHzの発振信号をPWM制御(パルス幅変調)して、ランプの状態に応じたON/OFF信号を生成するものである。以上の回路により、放電状態が不安定な点灯開始直後の数秒間はスイッチング素子Q5のON幅を無負荷時の幅の広い状態のままに維持することにより、ランプの立ち消えを防止し、始動性能を改善することができる。図6に本実施例における点灯開始直後のランプ電圧波形の経過を示す。図中のT1は図18に示した無負荷時のON幅であり、T0は図18に示した

点灯直後のランプ電圧に対応するON幅である。

【0016】なお、ここでスイッチング素子Q5の制御手段として周波数固定のPWM制御を例としたが、これはON幅一定の周波数制御の回路でもよく、例えば、無負荷時の周波数が点灯直後の周波数よりも高いならば、点灯直後の数秒間は無負荷時の周波数のままで維持するようにすればよい。

【0017】(実施例4)図7に第4実施例の構成を示す。本実施例は実施例1の降圧チョップ回路部20と極性反転回路部21(図15参照)を1つのフルブリッジ回路23にて構成したものである。また、図8は図7の各スイッチング素子Q1~Q4のON/OFF動作及びランプ電流波形を示したものである。以下、この回路について説明する。スイッチング素子Q1とQ4、Q2とQ3はそれぞれ図8に示すように対になって高周波スイッチングを繰り返す。つまり、図15の回路におけるスイッチング素子Q5とQ1~Q4を兼用して、極性反転動作と降圧チョップ動作を同時に実現しているものである。また、スイッチング素子Q1とQ4が高周波スイッチングしているサイクルにおいては、OFF時にインダクタL1のエネルギーはダイオードD2とD3を介して電源に帰還され、スイッチング素子Q2とQ3が高周波スイッチングしているサイクルにおいては、OFF時にインダクタL1のエネルギーはダイオードD1とD4を介して電源に帰還される。つまり、ダイオードD1~D4は図15の回路におけるダイオードD5の機能を果たしているものである。

【0018】以上の動作により、実施例1と同様な矩形波交流電流をランプに与えることができ、実施例1と同様の制御を行うことができる。また、本実施例において、スイッチング素子Q1~Q4に例えばFETのようなダイオード内蔵型の素子を用いれば、ダイオードD1~D4はこのダイオードで兼用することができ、スイッチング素子とダイオードの使用個数は4個となり、実施例1の6個に対して減らすことができ、コストダウン、小型化という面で有利である。

【0019】(実施例5)図9に第5実施例を示す。本実施例は実施例1の降圧チョップ回路部20と極性反転回路部21の機能をハーフブリッジ回路24にて実現したものである。また、図10は図中のスイッチング素子Q1、Q2のON/OFF動作及びランプ電流波形を示したものである。以下、この回路について説明する。スイッチング素子Q1、Q2はそれぞれ図10に示すような高周波スイッチングを繰り返す。つまり、図15の回路におけるスイッチング素子Q5とQ1~Q4を兼用したものである。また、スイッチング素子Q1が高周波スイッチングしているサイクルにおいては、OFF時にインダクタL1のエネルギーはダイオードD2を介してコンデンサC4に帰還され、スイッチング素子Q2が高周波スイッチングしているサイクルにおいては、OFF時

にインダクタL1のエネルギーはダイオードD1を介してコンデンサC3に帰還される。つまり、ダイオードD1、D2は図15の回路におけるダイオードD5の機能を果たしているものである。

【0020】以上の動作により、実施例1と同様な交流電流をランプに与えることができ、実施例1と同様の制御を行うことができる。本実施例は、スイッチング素子Q1、Q2に例えばFETのようなダイオード内蔵型の素子を用いれば、ダイオードD1、D2はこのダイオードで兼用することができ、スイッチング素子とダイオードの使用個数は2個となり、実施例1の6個に対して減らすことができ、コストダウン、小型化という面で有利である。

【0021】以上の実施例においては、放電灯点灯装置の一部についての言及し、全体の詳細回路図については触れなかったが、例えばこれを実際の放電灯点灯装置に当てはめてみると、以下ようになる。

【0022】(実施例6)図11～図13に本発明を製品として具体化した点灯装置を一例として示す。図11は電源入力部、図12は力率改善部、図13は点灯回路部であり、各図は点J1～J8において接続されている。

【0023】図11に示す電源入力部では、端子TM1、TM2に接続された交流電源1から、ヒューズFS、サーマルプロテクタTP、低抵抗R4、並びフィルタ回路を介して整流回路DBの交流入力端子に接続されており、整流回路DBの直流出力端子には、コンデンサC9が接続されている。このコンデンサC9は小容量のものであり、実際の平滑動作は後段の力率改善部の昇圧チョップ回路により行われる。フィルタ回路は、サージ電圧吸収用のZNR(酸化亜鉛非線形抵抗)、コイルL5、L6、及びコンデンサC5、C6、C8、C81、C82を含み、コンデンサC81、C82の直列回路の midpoint はコンデンサC83を介して端子TM5に接続され、端子TM5は大地(アース)に接続されている。

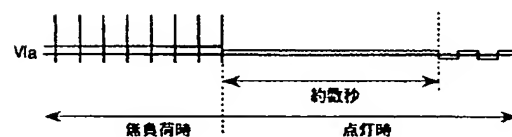
【0024】図12に示す力率改善部は、インダクタL7とスイッチング素子Q7及びダイオードD7を含む昇圧チョップ回路よりなり、点J1から整流回路DBの全波整流出力を受けて、点J2に接続された電解コンデンサC0(図13)に昇圧された平滑な直流電圧を得るものである。昇圧チョップ回路のスイッチング素子Q7は昇圧チョップ制御回路6のドライブ出力から抵抗R71、R72を介して駆動され、その電流は抵抗R73により検出される。また、インダクタL7に流れる電流は、2次巻線に接続された抵抗R74を介して検出される。さらに、点J2に生じる出力電圧は抵抗R8、R9を介して検出され、点J1の入力電圧は抵抗R91、R92を介して検出される。昇圧チョップ制御回路6の動作電源Vcc1は、電源投入時には抵抗R93、R94を介して点J1から供給されるが、スイッチング素子Q

7のスイッチング動作が開始すると、インダクタL7の2次巻線出力をダイオードD71、D72で整流し、抵抗R7を介してコンデンサC71に得られた直流電圧がダイオードD73を介して供給される。このコンデンサC71に得られる直流電圧は、三端子型の電圧レギュレータIC1により定電圧化されて、点灯回路部制御回路7の動作電源Vccとなる。点灯回路部制御回路7は、図13に示す点灯回路部より点J3～J5を介してゼロ電流検出、過電流検出、ランプ電圧検出を行うと共に、点J6～J8を介して矩形波ドライブ及び降圧チョップドライブ信号を出力している。

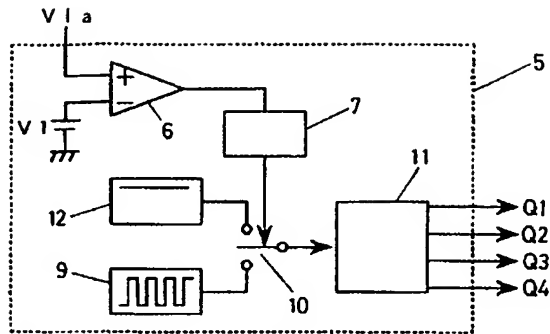
【0025】図13に示す点灯回路部は、降圧チョップ回路部20を備え、電解コンデンサC0に得られた点J2の直流電圧をスイッチング素子Q5とダイオードD5及びインダクタL1の作用により、任意の直流電圧に降圧して、コンデンサC1にランプ電圧を得ている。コンデンサC1に得られたランプ電圧は、抵抗R2、R3及び点J5を介して検出されている。また、インダクタL1に流れる電流は、抵抗R5、点J3を介して検出されており、降圧チョップ回路部20に流れる電流は、抵抗R53の一端から点J4を介して検出されている。降圧チョップ回路部20のスイッチング素子Q5は、点J8に供給されるドライブ信号により、トランスT5と抵抗R51、R52を介して駆動されている。

【0026】次に、極性反転回路部は、4個のスイッチング素子Q1～Q4で構成されたフルブリッジ回路であり、各スイッチング素子Q1～Q4は汎用のドライブ回路IC2、IC3により、抵抗R11、R12；R21、R22；R31、R32；R41、R42を介して駆動される。矩形波ドライブのための信号は、点J6、J7を介して供給されている。また、各ドライブ回路IC2、IC3の動作電源としては、上述の定電圧Vccが供給されている。さらに、高電位側のスイッチング素子Q1、Q3を駆動するためのコンデンサC11、C12；C31、C32は、抵抗R13とダイオードD11、D31を介して定電圧Vccから充電される。フルブリッジ回路の出力には、イグナイト回路22のパルストランスPTを介してランプ4が接続されている。TM3、TM4はランプ4を接続するための端子である。ランプ4は、例えば、ANSI規格のM98(70W)又はM130(35W)であり、その発光管はセラミック発光管である。なお、イグナイト回路22のパルス発生はランプ4が放電を開始した後は停止する。

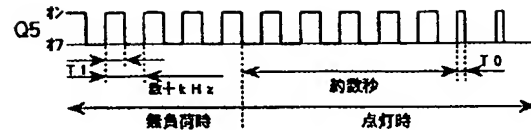
【0027】しかし、本発明にあっては、ドライブ回路IC2、IC3の2番ピンに点J6、J7を介して点灯回路部制御回路7から供給される矩形波ドライブ信号の周波数を無負荷時と放電開始直後の数秒間では低く設定しており、安定した点灯状態になれば高く設定するように切り替えている。また、放電状態が不安定な点灯開始直後の数秒間はスイッチング素子Q5のON幅を無負



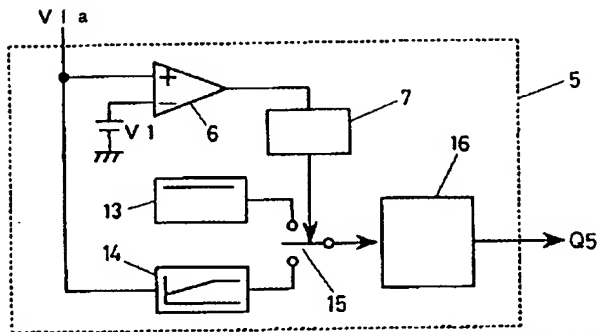
【図3】



【図6】

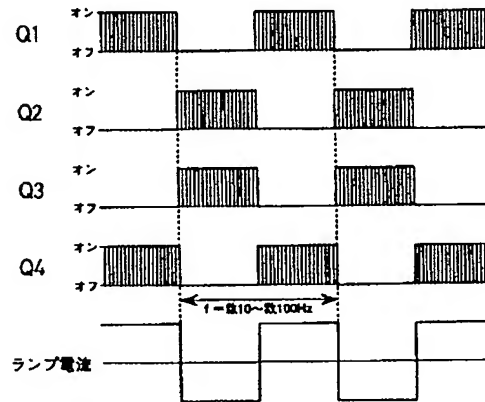


【図5】

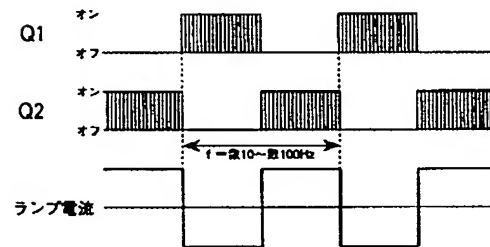


13: ON幅設定回路(無負荷時)
14: ON幅設定回路(点灯時)
15: ON幅切替スイッチ
16: 高周波ドライブ回路

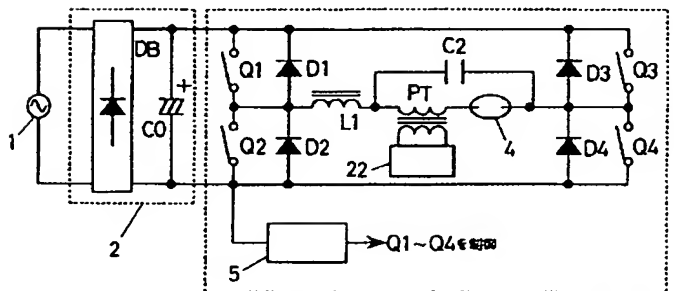
【図8】



【図10】

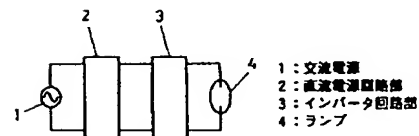


【図7】



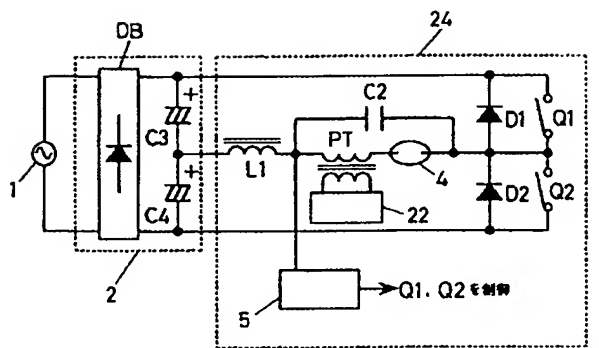
23: フルブリッジ回路部
Q1 ~ Q4: スイッチング素子
D1 ~ D4: ダイオード

【図14】



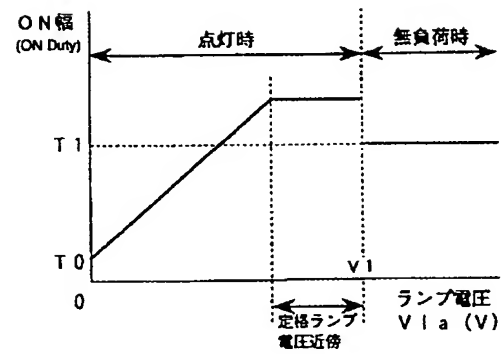
1: 交流電源
2: 直流電源回路部
3: インバータ回路部
4: ランプ

【図9】

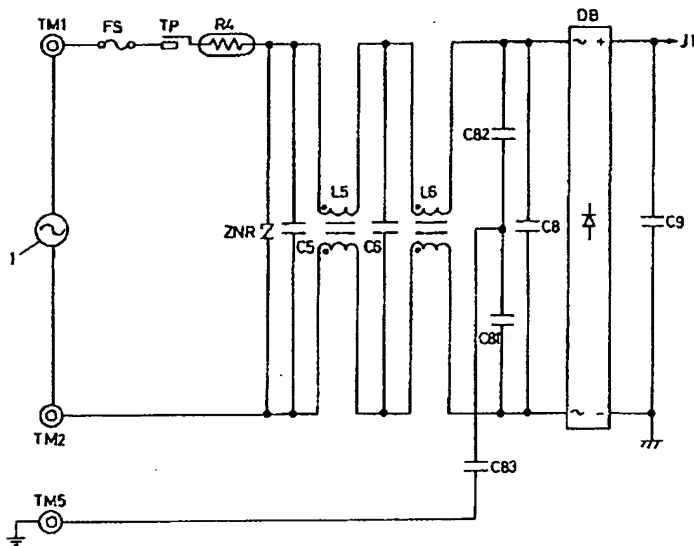


24: ハーフブリッジ回路部
 Q1, Q2: スイッチング素子
 D1, D2: ダイオード

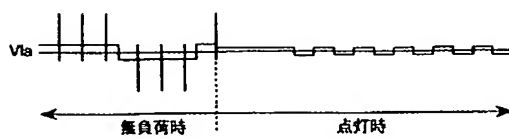
【図18】



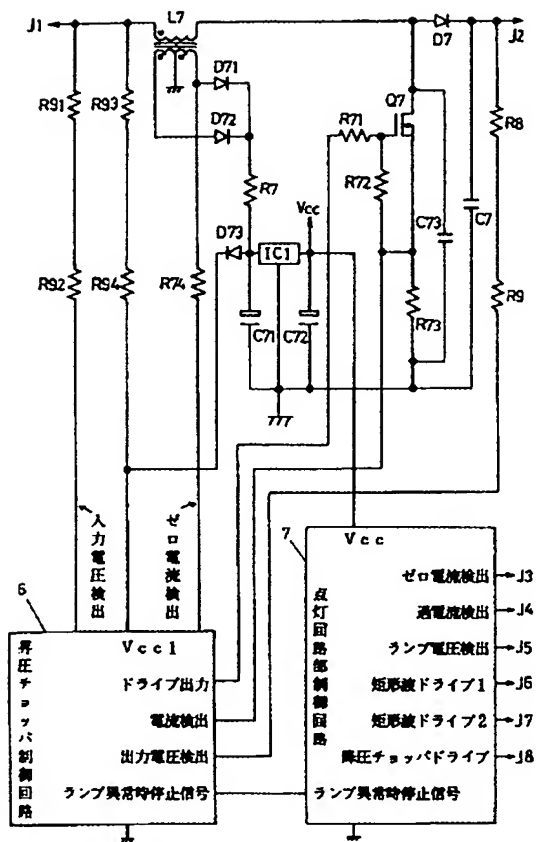
【図11】



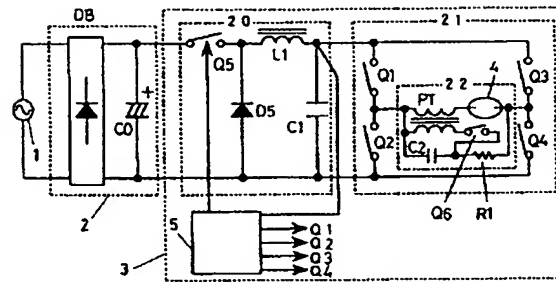
【図19】



【図12】

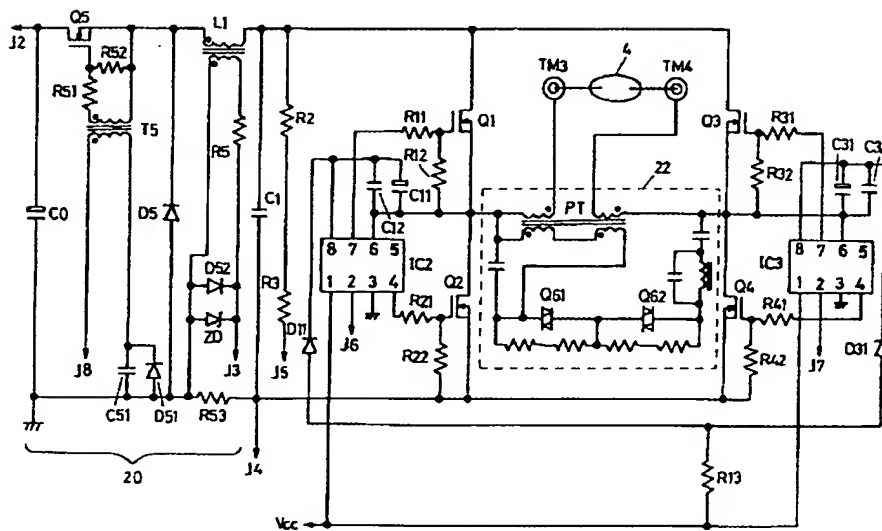


【図15】

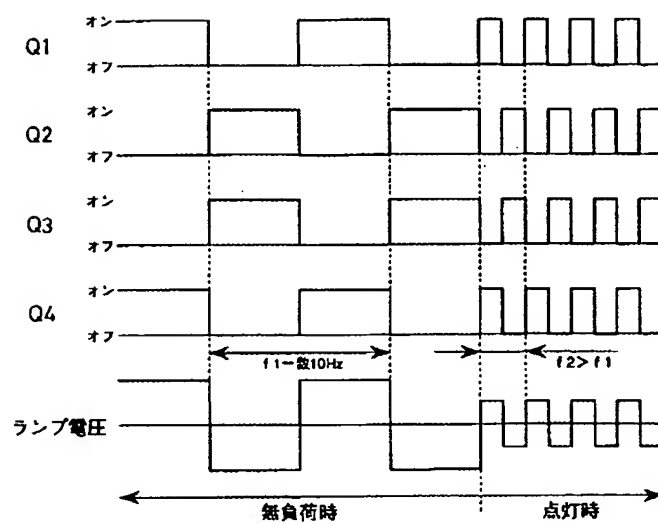


- DB : 変圧回路
 C0 : コンデンサ
 Q5 : スイッチング素子
 D5 : ダイオード
 L1 : インダクタンス
 C1 : コンデンサ
 5 : 制御回路
 Q1 ~ Q4 : スイッチング素子
 PT : パルス変換器
 C2 : コンデンサ
 Q5 : スイッチング素子
 R1 : 抵抗
 20 : 降圧チョップ回路部
 21 : 極性反転回路部
 22 : イグナイタ回路部

【図13】



【図16】



【図17】

